

## ⑫ 公開特許公報(A)

平1-233813

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>  
H 03 G 3/10識別記号 庁内整理番号  
B-7827-5 J

⑭ 公開 平成1年(1989)9月19日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 可変利得増幅器

⑯ 特 願 昭63-61619

⑰ 出 願 昭63(1988)3月14日

⑱ 発 明 者 中 川 原 智 賢 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8 株式会社東芝横浜事業  
所家電技術研究所内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁理士 伊 藤 進

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

可変利得増幅器

## 2. 特許請求の範囲

差動対を成す第1, 第2のトランジスタを有し、その各エミッタを第1, 第2のエミッタ抵抗を介して基準電位点に接続し、各コレクタを第1, 第2の負荷抵抗を介して電圧源に接続し、ベース間に入力信号を供給し、コレクタ間に出力信号を得る差動増幅器と、

前記第1, 第2のトランジスタのエミッタ間に設けられ、制御電流にてインピーダンスを可変し前記差動増幅器の利得を制御する可変インピーダンス手段と、

前記第1, 第2のトランジスタの各コレクタと前記第1, 第2の負荷抵抗間に第3, 第4のトランジスタをカスコード接続して構成されるベース接地回路と、

前記可変インピーダンス手段に対し前記制御電流を供給する一方、前記ベース接地回路の各エミ

ッタに対し前記制御電流と差動的に増減する直流補償電流を供給する電流制御手段とを具備したことを特徴とする可変利得増幅器。

## 3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

本発明は出力直流レベルが安定で且つ周波数特性も良好な可変利得増幅器に関する。

(従来の技術)

従来の可変利得増幅器として第7図に示すものが知られている。これは、「IEEE Transaction B.T.R」1972, 8月号 P158 ~ 162 に記載されている。

第7図に示す増幅器は、ベース間に入力信号が供給されるトランジスタ1, 2と、その各エミッタと基準電位ラインVS間に接続したエミッタ抵抗3, 4と、各コレクタと電圧源ラインVD間に接続した負荷抵抗5, 6とで差動増幅器を構成し、更にトランジスタ1, 2のエミッタ間に共通ベースと共通コレクタを有するトランジスタ7, 8か

ら成る可変インピーダンス回路9を接続し、この回路9の共通ベースに可変電流源10を接続した構成となっている。そして、入力信号 $V_{in}$ をトランジスタ1, 2のベースに接続した入力端子a, bに入力し、そのコレクタに接続した出力端子c, dに出力信号 $V_{out}$ を得る。

上記の増幅器では、可変電流源10の電流量を変化させることにより、可変インピーダンス回路9のインピーダンスを制御し、その結果利得が変化する。従って、エミッタ抵抗3, 4、負荷抵抗5, 6の値及び可変電流源10の電流変化を適宜に設定することにより、所望の利得変化特性を得ることができる。また、比較的高い周波数でも良好な特性が得られるという利点がある。

しかしながら、上記増幅器では、その構成から明らかなように可変電流源10の電流量を変化することにより利得を制御する為に、負荷抵抗5, 6を流れる直流電流量が変化し、その結果出力直流電圧が変化するという欠点を持っている。

このように出力直流電圧が変化するということ

は、他の回路との直流結合を困難にする。また、他の回路と容量による交流結合を行った場合、当然に低周波信号の伝送を困難にし、更にIC化した場合には、容量結合であると比較的大きな面積のコンデンサが必要となり、チップ面積の増大を招き、スペース的にもコスト的にも不利となる。

一方、可変電流源10の電流値の変化に対して差動的に増減する直流補償電流源を設けて負荷抵抗5, 6の直流電流量の変化を補償するようにすれば出力直流レベルを安定化することが可能であるが、直流補償電流源の出力インピーダンスを高周波領域にまで充分に高く保つことは困難であり、従って良好な高周波特性が得られないという問題があった。

(発明が解決しようとする課題)

上記の如く、従来の回路構成では、利得を変化させた時に出力直流電圧が変化したり、IC化するのに不向きであったり、また良好な高周波特性が得られなかったりするという問題があった。

そこで、本発明は上記の問題を除去する為のも

ので、出力直流電圧が安定であり、広い周波数領域において良好な特性が得られると共に、IC化に適した可変利得増幅器を提供することを目的とするものである。

[発明の構成]

(課題を解決するための手段)

本発明の可変利得増幅器は、差動対を成す第1, 第2のトランジスタを有し、その各エミッタを第1, 第2のエミッタ抵抗を介して基準電位点に接続し、各コレクタを第1, 第2の負荷抵抗を介して電圧源に接続し、ベース間に入力信号を供給し、コレクタ間に出力信号を得る差動増幅器と、前記第1, 第2のトランジスタのエミッタ間に設けられ、制御電流にてインピーダンスを変え前記差動増幅器の利得を制御する可変インピーダンス手段と、前記第1, 第2のトランジスタの各コレクタと前記第1, 第2の負荷抵抗間に第3, 第4のトランジスタをカスコード接続して構成されるベース接地回路と、前記可変インピーダンス手段に対し前記制御電流を供給する一方、前記ベ-

ース接地回路の各エミッタに対し前記制御電流と差動的に増減する直流補償電流を供給する電流制御手段とを具備して構成される。

(作用)

本発明においては、可変インピーダンス手段に供給する利得制御用電流の増減に対して、差動増幅器のコレクタに供給される直流補償電流が差動的(相補的)に増減するので、制御電流が変化しても負荷抵抗を流れる直流電流は一定に保たれ出力直流レベルの安定化が図れる。また、直流補償電流が供給されるベース接地回路の入力インピーダンスは充分に低いので、ベース接地回路に接続した直流補償電流源の出力インピーダンスの影響は受けにくく、高周波に対する特性も良好となる。

(実施例)

以下、図面に示した実施例に基づいて本発明を説明する。

第1図は本発明の一実施例の可変利得増幅器を示す回路図である。第7図と同一構成要素には同

符号を付して説明する。

第7図に示した従来の可変利得増幅器と異なる点は、差動増幅器を構成するトランジスタ1、2の各コレクタと負荷抵抗5、6の間にベース接地回路11をカスコード接続にて設ける一方、第7図の可変電流源10に代えて電流制御回路12を設けたものである。上記ベース接地回路11は、トランジスタ1、2の各コレクタと負荷抵抗5、6間にトランジスタ13、14の各コレクタ・エミッタ路を接続し、トランジスタ13、14の共通ベースに直流電圧源15を接続して構成される。上記電流制御回路12は、前記可変電流源10に相当した制御電流を可変インピーダンス回路9に供給する機能と、この制御電流に対して差動的に変化(増減)する直流補償電流をベース接地回路11の各エミッタに供給する機能を有している。そして、入力信号 $V_m$ をトランジスタ1、2のベースに接続した入力端子a、bに入力し、出力信号 $V_{out}$ をトランジスタ13、14のコレクタに接続した出力端子c、dに得る。その他の回路構成

のコレクタからの制御電流が増加するとその増加分の半分の直流電流分だけ差動トランジスタ16の各コレクタ電流が減少することになる。即ち、ベース接地回路11の各々のエミッタに供給される直流補償電流は制御電流の増加分の半分だけ減少する。従って、利得を上げるべく制御電流を増加した時、差動トランジスタ1、2のコレクタ電流が増加しようとしても直流補償電流の減少によって負荷抵抗5、6を流れる直流電流は一定に保たれ、出力直流レベルは一定になる。また、利得を下げるべく制御電流を減少させた時、差動トランジスタ1、2のコレクタ電流が減少しようとしても直流補償電流の増加によって負荷抵抗5、6を流れる直流電流は一定に保たれ、出力直流レベルは一定になる。

以上の実施例によれば、負荷抵抗5、6を流れる直流電流は一定に保たれるので、出力直流レベルの安定化が図れる。また、直流制御回路12の直流補償電流源端子はインピーダンスが十分に低いベース接地回路11のエミッタに接続している

は第7図と同様である。

第2図は上記電流制御回路12の一実施例を示すもので、一方がマルチコレクタから成る差動トランジスタ16、17のエミッタ間を2つの抵抗18、19で接続し、その2つの抵抗の接続点に電流源20を接続し、差動トランジスタ17のベースに可変直流電圧源21と直流電圧源22の直列回路を接続し、差動トランジスタ16のベースに直流電圧源22を接続している。従って、差動トランジスタ16、17のベース間に可変直流電圧源21によって制御電圧を加えて、トランジスタ16、17のコレクタ電流を変化させている。マルチコレクタの差動トランジスタ16の各々のコレクタは第1図のベース接地回路11の各々のエミッタに接続し、他方の差動トランジスタ17のコレクタは可変インピーダンス回路9へ制御電流を供給するのに使用する。

第2図の回路においては、電流源20から差動トランジスタ16、17の各コレクタを流れて流れる全電流は一定であり、差動トランジスタ17

ので、増幅器は直流補償電流源の出力インピーダンスの影響を受けにくく、高い周波数まで良好な利得特性が得られる。

第3図は上記電流制御回路12の他の実施例を示すもので、第2図と異なる点はPNPトランジスタ16、17をNPNトランジスタ23、24に変更し、トランジスタ23、24の各コレクタに電流源25、26、27を接続した点である。但し、トランジスタ24はマルチコレクタのトランジスタである。そして、電流源25からトランジスタ23のコレクタ電流を引算した出力を可変インピーダンス回路9への制御電流とし、電流源26、27からトランジスタ24の各コレクタ電流を引算した出力をベース接地回路11のエミッタへの直流補償電流としている。

第4図は上記ベース接地回路11の他の実施例を示すもので、電圧源ライン $V_D$ と基準電位点間に電流源28、ダイオード29、直流電圧源15を直列に接続し、電流源28とダイオード29の接続点をトランジスタ13、14の共通ベースに

接続してある。この時は、トランジスタ13、14のベース・エミッタ間電圧とダイオード29の順方向電圧降下がほぼ等しいので、トランジスタ13、14のエミッタ電圧は直流電圧源15の電圧にほぼ等しい電圧とみなすことができる。このように、トランジスタ13、14のエミッタ電圧が略一定とみなせる場合には、第3図に示した電流制御回路12の電流源25、26、27を抵抗30、31、32に置換えて第5図に示す回路構成とすることができる。

第6図は本発明の他の実施例を示すもので、第1図と異なる点は可変インピーダンス回路9をNPNトランジスタ7、8に代えてPNPトランジスタ33、34で構成した点にある。この場合、電流制御回路12から可変インピーダンス回路9への出力レベルは所定の変更を行うことはいうまでもない。

尚、上記可変インピーダンス回路9はトランジスタ7、8の代りにそれぞれダイオードを用いて構成してもよく、或はトランジスタ7、8をダイ

オード接続した構成としてもよい。

#### 〔発明の効果〕

以上述べたように本発明によれば、利得制御を行っても出力直流レベルが安定であり、広い周波数に亘って良好な特性が得られ、IC化に適した可変利得増幅器を実現することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の可変利得増幅器を示す回路図、第2図は第1図の電流制御回路の一実施例を示す回路図、第3図は第1図の電流制御回路の他の実施例を示す回路図、第4図は第1図のベース接地回路の他の実施例を示す回路図、第5図は第1図の電流制御回路の他の実施例を示す回路図、第6図は本発明の他の実施例を示す回路図、第7図は従来の可変利得増幅器を示す回路図である。

1、2、7、8、13、14…トランジスタ、

3、4、5、6…抵抗、

9…可変インピーダンス回路、

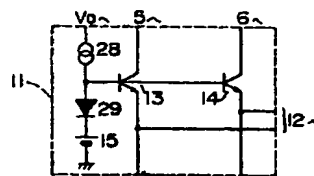
11…ベース接地回路、12…電流制御回路、

15…電圧源、V<sub>D</sub>…電圧源ライン、

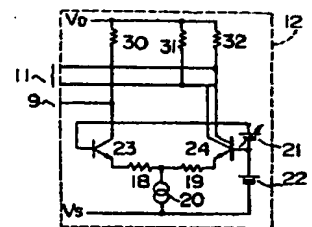
V<sub>S</sub>…基準電位点ライン、a…入力端子、

b…出力端子。

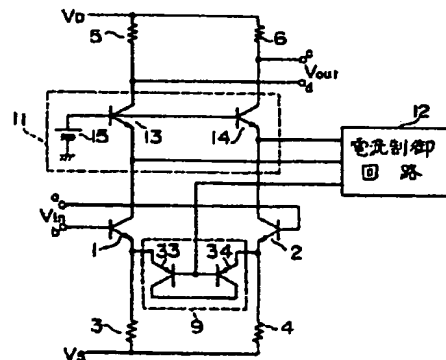
代理人 弁理士 伊 藤 進



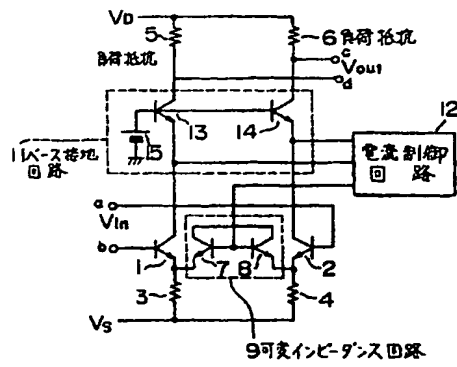
第4図



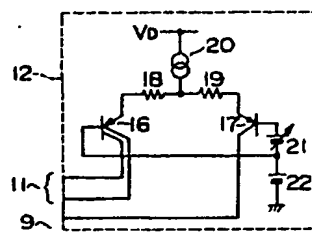
第5図



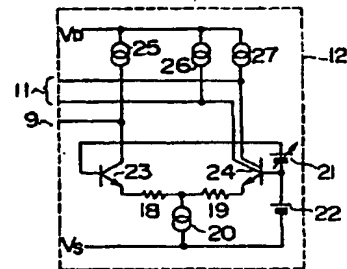
第6図



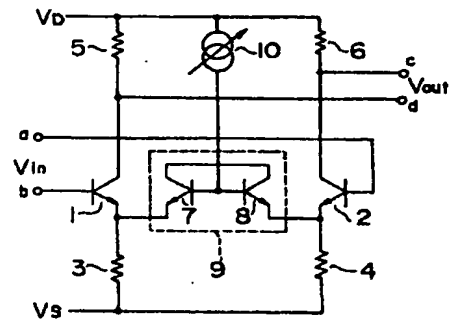
第1図



第2図



第3図



第7図

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第7部門第3区分  
 【発行日】平成8年(1996)11月22日




【公開番号】特開平1-233813  
 【公開日】平成1年(1989)9月19日  
 【年通号数】公開特許公報1-2339  
 【出願番号】特願昭63-61619  
 【国際特許分類第6版】

H03G 3/10  
 【F I】  
 H03G 3/10 B 9180-5J

## 手続補正書(自 発)

平成6年12月8日

特許庁長官 高 島 章 殿

1. 事件の表示 昭和63年特許願第61619号 
2. 発明の名称 可変利得増幅器
3. 補正をする者  
 事件との関係 特許出願人  
 住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
 名 称 (307) 株式会社 東 芝  
 代表者 佐 藤 文 夫
4. 代 理 人 〒160  
 住 所 東京都新宿区西新宿7丁目4番4号  
 武蔵ビル6階 西(3371)3561  
 氏 名 (7623) 弁理士 伊 藤 進 
5. 補正命令の日付 自 発
6. 補正により増加する請求項の数 1
7. 補正の対象 明細書の「特許請求の範囲」の欄  
 及び「発明の詳細な説明」の欄
8. 補正の内容 別紙のとおり 

## 8. 補正の内容

1) 特許請求の範囲を次のとおり補正します。

「(1) 差動対を構成する第1、第2のトランジスタを有し、その各エミッタを第1、第2の電流手段を介して基準電位点に接続し、各コレクタを第1、第2の負荷を介して電圧源に接続し、ベース間に入力信号を供給し、コレクタ間に出力信号を得る差動増幅器と、

前記第1、第2のトランジスタのエミッタ間に設けられ、制御電流にてインピーダンスを変化して前記差動増幅器の利得を制御する可変インピーダンス手段と、前記インピーダンス手段に対し、前記制御電流を供給する一方、前記可変インピーダンス手段から前記負荷までの制御電流経路における低インピーダンスノードに対し前記制御電流と差動的に増減する直流補償電流を供給する電流制御手段とを具備したことを特徴とする可変利得増幅器。

(2) 低インピーダンスノードは、前記第1、第2の負荷抵抗間に第3、第4のトランジスタをカスコード接続して構成されるベース接地回路を有して請求項1記載の可変利得増幅器。」

2) 明細書の第5ページの7行目から第6ページの3行に「本発明の可変利得増幅器は、差動対を成す……電流制御手段とを具備して構成される。」とあるのを「本発明の可変利得増幅器は、差動対を構成する第1、第2のトランジスタを有し、その各エミッタを第1、第2の電流手段を介して基準電位点に接続し、各コレクタを第1、第2の負荷を介して電圧源に接続し、ベース間に入力信号を供給し、コレクタ間に出力信号を得る差動増幅器と、前記第1、第2のトランジスタのエミッタ間に設けられ、制御電流にてインピーダンスを変化して前記差動増幅器の利得を制御する可変インピーダンス手段と、前記インピーダンス手段に対し、前記制御電流を供給する一方、前記可変インピーダンス手段から前記負荷までの制御電流経路における低インピーダンスノードに対し前記制御電流と差動的に増減する直流補償電流を供給する電流制御手段とを具備したものである。」に補正します。